Fütterungsexperimente mit den an Flechten fressenden Raupen von Setina aurita Esp.

(Lepidoptera, Arctiidae)

Von **Gerhard Rambold**

Abstract

It can be shown that the caterpillars of *Setina aurita* Esp. feed on numerous lichens containing various lichen substances. Lichens with vulpinic, salazinic or thamnolic acid as major secundary substances were refused.

Depositions of iron compounds or calcium oxalate in the thallus do not protect the lichen from being eaten.

The kind of demage caused by caterpillars of *Setina aurita* Esp. depends on the growth form of the lichen.

The lepidoptera of Central Europe, whose caterpillars feed on lichens are listed.

Zusammenfassung

Durch Fütterungsversuche mit Raupen von *Setina aurita* Esp. wird gezeigt, daß diese polyphag an zahlreichen, mit verschiedenen Flechtenstoffen ausgestatteten Flechtenarten fressen. Flechten mit Vulpin-, Salazin- oder Thamnolsäure als Hauptinhaltsstoff wurden von den Tieren nicht angenommen.

Es wird nachgewiesen, daß Einlagerungen von Eisenverbindungen und Calciumoxalatkristallen dem Flechtenthallus keinen Schutz vor Raupenfraß bieten.

Von *Setina aurita*-Raupen verursachte Schadbilder sind je nach Wuchsform der Futterflechte unterschiedlich.

Die nach Literaturangaben bisher an Flechten beobachteten mitteleuropäischen Lepidopterenarten werden aufgelistet.

Einleitung

Flechten sind Organismen, die sich aus zwei Symbiosepartnern, nämlich einer Pilzart einerseits und einer Grün- oder Blaualgenart andererseits, zusammensetzen. Für zahlreiche Wirbellose stellen sie eine wichtige Nahrungsquelle dar. Unter den Insekten sind es vor allem die Raupen verschiedener Schmetterlinge, die sich von Flechten ernähren. Die Trivialnamen mancher Faltergruppen, z. B. „Flechtenbären" oder „Flechteneulen" weisen bereits darauf hin.

In den einschlägigen lepidopterologischen Bestimmungswerken finden sich nur wenige präzise Angaben zur Gattung bzw. Art der als Nahrung dienenden Flechten, so bei Wilde (1860) und Blaschke (1914). Andere Autoren wie Forster & Wohlfahrt (1960, 1971, 1981), Koch (1964, 1972, 1976), Seitz (1913, 1914, 1915) und Spuler (1913) unterscheiden meist nur zwischen „Steinflechten", „Rindenflechten" und „Bodenflechten" bzw. geben bei rindenbewohnenden Arten oft nur die von ihnen besiedelten Bäume an.

Auch in der lichenologischen Literatur wird wenig Spezielles über Flechten als Nahrung von Lepidopterenraupen berichtet. Zopf (1986) und Zukal (1895) erwähnen als Futterflechten für Raupen die zehn bereits von Wilde (1860) angegebenen Arten. Schade (1933, 1962), der sich vor allem den durch Schnekken hervorgerufenen Schädigungen an Krustenflechten widmete, behandelt die von Raupen verursachten Fraßbilder nur am Rande. Kleinere Fütterungsversuche mit Flechtenbären (Fam. *Arctiidae*, Subfam. *Lithosiinae*) wurden von Stahl (1904) angestellt. Seinen Beobachtungen zufolge werden zahlreiche flechtenstoffhaltige Krustenflechtenarten von diesen Tieren gerne angenommen, während sie

durch Auslaugung von ihren Stoffen befreit, verschmäht werden. Seine Ergebnisse von Experimenten mit einigen omnivoren Schneckenarten bestätigen jedoch auch die Ansicht Z u k a l's, daß Flechtenstoffen durchaus eine Schutzfunktion hinsichtlich Fraßschädigung zukomme. Die biologische Bedeutung der Flechtenstoffe in der Beziehung zwischen Lepidoptera und Flechten wird von S i g a l (1984) ausführlich diskutiert. Von ausgedehnteren Versuchen zum Freßverhalten an Flechten lebender Wirbelloser berichtete in letzter Zeit nur L o w r e y (1980), der mit der Schneckenart *Pallifera varia* experimentierte. Zahlreiche Beiträge über verschiedenartige Beziehungen zwischen Flechten und tierischen Organismen, insbesondere Arthropoden u. a. von B r i g h t m a n (1965), L a u n d o n (1971), S o w t e r (1971), G e r s o n (1973), G i l b e r t (1976 und G e r s o n & S e a w a r d (1977), lassen ein wachsendes allgemeines Interesse an diesem Themenkomplex erkennen.

I. Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurden 60 Raupen von *Setina aurita* Esp. Ende Mai 1983 an einem felsigen, südexponierten Trockenhang in der Umgebung von Zirl bei Innsbruck (Tirol) eingetragen. Je 12 Individuen verschiedener Stadien wurden in einem mit Vorhanggaze verschlossenen Plastikgefäß gehalten. Um die Freßbereitschaft kontrollieren zu können, erschien es sinnvoll, den Raupen zwei oder drei verschiedene Flechtenarten gleichzeitig als Futter anzubieten und offensichtlich verschmähte Proben dann einzeln vorzulegen.

Neben den sechs vom Fundort der Tiere stammenden Flechtenarten fanden als Testfutter noch weitere Arten mit unterschiedlicher Morphologie und Ausstattung an Flechtenstoffen Verwendung.

Die Flechtenproben wurden geteilt und jeweils deren eine Hälfte den Raupen für die Dauer von 1—6 Tagen (bis eine Fraßschädigung zu erkennen war) angeboten. Entsprechend den Zuchtanleitungen bei F r i e d r i c h (1975) erwies es sich als ausreichend, sie täglich einmal zu befeuchten. Später wurden die Fraßproben zusammen mit den zum Vergleich zurückbehaltenen Hälften konserviert. Sämtliche für diese Versuchsreihe verwendeten Flechten sind im Herbarium der Botanischen Staatssammlung München hinterlegt.

Die Exkremente der Raupen wurden alle fünf Tage aus den Behältern entfernt, von eventuell anhaftenden Flechtenpartikeln befreit und für die dünnschichtchromatographische bzw. mikroskopische Untersuchung in Papiertütchen trocken aufbewahrt. Nach 26 Tagen wurden die Fütterungsversuche abgebrochen und sämtliche getesteten Flechten sowie die Raupenexkremente dünnschichtchromatographisch nach dem Verfahren von C u l b e r s o n & A m a n n (1979) auf Flechtenstoffe hin untersucht.

II. Ergebnisse und Diskussion

F r e ß v e r h a l t e n d e r R a u p e n

Flechten sind durch ihre Fähigkeit, für einige Zeit unbeschadet völlig austrocknen zu können, an wechselnde Feuchtigkeitsverhältnisse gut angepaßt. Da sie im trockenen Zustand meist recht hart sind, können bestimmte Milben und andere kleinste Arthropoden nur bei Feuchtigkeit an ihnen fressen (Z o p f 1896, S m i t h 1921). Wie S m i t h bereits andeutet, sind dagegen Lepidopterenraupen durchaus in der Lage, auch nicht turgeszente Flechten zu verzehren. So waren auch bei den Fütterungsexperimenten Tiere zu beobachten, die untertags mit ihren kräftigen Mandibeln an bereits ausgetrockneten Flechtenlagern fraßen. Die meisten Raupen verbargen sich jedoch tagsüber unter den im Behälter befindlichen Tonscherben und Moospolstern, um erst abends an den wieder befeuchteten Thalli zu weiden.

Von den 23 den Raupen angebotenen Flechtenarten wiesen 18 bald mehr oder weniger deutliche Fraßspuren auf (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Auflistung der den Raupen von *Setina aurita* Esp. als Futter gebotenen Flechtenarten und der darin nachgewiesenen Flechtenstoffe

Zeichenerklärung:
* = Flechte vom Habitat der Raupen;
+ = Flechte mit deutlichen Fraßspuren; ± = mit leichten Fraßspuren; — = ohne Fraßspuren;
g = Flechte gesteinsbewohnend; r = rindenbewohnend; b = bodenbewohnend;
k = Flechte krustig; bl = blättrig; str = strauchig (bärtig);

(1): vgl. Gilbert & al. 1981

	Flechtenart			Flechtenstoffe	
	Bacidia bagliettoana (Massal.) Jatta	b	k	ohne Flechtenstoffe	+
*	*Collema undulatum* Flot.	g	bl	ohne Flechtenstoffe	+
*	*Dermatocarpon miniatum* (L.) Mann	g	bl	ohne Flechtenstoffe	+
*	*Lecidea lurida* Ach.	g	s	ohne Flechtenstoffe	+
*	*Toninia toniniana* (Massal.) Zahlbr.	g	s	ohne Flechtenstoffe	+
	Verrucaria muralis Ach. s. l.	g	k	ohne Flechtenstoffe	+
*	*Cladonia symphycarpa* (Ach.) Fr.	b	bl, str	Atranorin, Norstictinsäure	+
	Lecidea lapicida (Ach.) Ach.	g	k	Stictinsäure, Norstictinsäure (Spuren)	+
*	*Rhizocarpon umbilicatum* (Ram.) Jatta	g	k	Stictinsäure	+
*	*Caloplaca velana* (Massal.) Du Rietz	g	k	Parietin	+
	Xanthoria elegans (Link.) Th. Fr.	g	bl	Parietin (+ 2 nicht identifizierte Stoffe)	+
	Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.	g	k	Calycin, Pulvinsäure, Pulvindilacton (1)	+
	Rhizocarpon geographicum (L.) DC.	g	k	Rhizocarpsäure, Psoromsäure	±
	Lecanora muralis (Schreb.) Rabenh.	g	k	Usninsäure, Zeorin	+
	Lecanora polytropa (Ehrh.) Rabenh.	g	k	Usninsäure	+
	Cladonia convoluta (Lam.) P. Cout.	b	bl	Fumarprotocetrarsäure, Usninsäure	+
	Lecanora pulicaris (Pers.) Ach.	r	k	Fumarprotocetrarsäure, Atranorin	+
	Cladonia coniocraea (Flk.) Spreng.	r	bl, str	Fumarprotocetrarsäure	—
	Umbilicaria deusta (L.) Baumg.	g	bl	Gyrophorsäure, Lecanorsäure (Spuren)	+
	Ochrolechia pallescens (L.) Massal.	r	k	Gyrophorsäure, Lecanorsäure (Spuren)	—
	Parmelia saxatilis (L.) Ach.	r	bl	Salazinsäure, Atranorin	—
	Parmeliopsis aleurites (Ach.) Nyl.	r	bl	Thamnolsäure	—
	Letharia vulpina (L.) Vain.	r	str	Vulpinsäure, Atranorin	—

Alle sechs Arten ohne nachweisbare Flechtenstoffe wurden von den Raupen angenommen. Von den in den Futterproben nachgewiesenen Stoffen scheinen Vulpin-, Salazin- und Thamnolsäure die Raupen vom Verzehr der Flechte abzuhalten. Vulpinsäure wird laut Zopf (1896) auch von Schnecken gemieden und wirkt nach Kobert (1892) für Warm- und Kaltblüter giftig. Ob *Parmelia saxatilis,* eine Flechte mit Salazinsäure und Atranorin, grundsätzlich von Raupen verschmäht wird, bedarf der Überprüfung, zumal sie Wilde (1860) als Futterpflanze für vier Lithosiinenarten angibt. Das in *Letharia vulpina* und *Parmelia saxatilis* neben Vulpin- bzw. Salazinsäure vorliegende Atranorin dürfte für das negative Freßverhalten der Raupen nicht verantwortlich sein. Dieser Stoff ist nämlich auch in den gerne angenommenen Arten *Lecanora pulicaris* und *Cladonia symphycarpa* in höherer Konzentration enthalten. Die Krustenflechte *Rhizocarpon geographicum* (mit Rhizocarp- und Psoromsäure), von welcher Schade (1933) und Klement (1959) schneckenfraßgeschädigte Formen erwähnen, wies selbst nach dreitägiger Exposition kaum Fraßspuren auf, während eine auf derselben Gesteinsprobe wachsende *Lecanora polytropa* bereits nach einem Tag völlig abgefressen war. An *Cladonia coniocraea* (mit Fumarprotocetrarsäure) waren selbst nach fünf Tagen noch keine Fraßschädigungen festzustellen. Derselbe Flechtenstoff, möglicherweise in geringerer Konzentration vorliegend, hielt die Raupen jedoch nicht vom Verzehr von *Lecanora pulicaris* und *Cladonia convoluta* ab. Gerson & Seaward (1977) erwähnen bereits ein uneinheitliches Verhalten bestimmter Psocopteren und Milben gegenüber Fumarprotocetrarsäure-haltigen Flechten. Ähnlich war das Ergebnis mit *Umbilicaria deusta* und *Ochrolechia pallescens.* Beide Flechtenproben enthielten Gyrophor- und Lecanorsäure. Während *U. deusta* schon bald deutliche Fraßspuren aufwies, war bei *O. pallescens* auch nach viertägiger Exposition keine Schädigung erkennbar.

Die Befunde lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Atranorin, Calycin (+ Pulvinsäure + Pulvindilacton), Parientin, Zeorin, Stictin-, Norstictin- und Usninsäure schützen die Flechten vor Raupenfraß nicht.

Die Reaktion der Raupen gegenüber Gyrophor- und Lecanorsäure war uneinheitlich.

Nur widerwillig wurde *Rhizocarpon geographicum* mit Rhizocarp- und Psoromsäure angenommen.

Flechten mit Salazin-, Thamnol- und Vulpinsäure wurden von den Tieren verschmäht.

Einlagerungen rostfarbener Eisenverbindungen in der Thallusrinde mancher Flechtenarten scheinen entgegen der Annahme von Zukal (1895) nicht vor Fraßschädigung zu schützen. Eine Probe von *Lecidea lapicida* mit rostfarbenem Lager wies bereits nach kurzer Expositionsdauer deutliche Fraßspuren auf. Dies steht im Einklang mit den Angaben von Schade (1962), der u. a. zwei „rostige“ Arten, nämlich *Lecidea silacea* und *Tremolecia atrata* (= *Lecidea dicksonii*), in seiner Auflistung schneckenfraßgeschädigter Krustenflechten anführt.

Auch den Kristallen von Calciumoxalat soll nach Zukal (1895) eine Schutzfunktion gegen Fraßschädigung zukommen. *Rhizocarpon umbilicatum,* eine Flechte, die von dieser Substanz sehr stark inkrustiert ist, wurde im Versuch jedoch gefressen. Die im Kot mikroskopisch nachgewiesenen Kristalle passieren problemlos den Darmtrakt und schützen die Flechten offenbar nicht vor Raupenfraß.

Wie Literaturangaben für mehrere Lithosiinenarten erwarten ließen, wurden von den *Setina aurita*-Raupen neben den verschiedenen Flechten auch Moose, darunter *Frullania dilatata* und *Tortella tortuosa,* angenommen. Mit unbewaffnetem Auge war eine Schädigung der Moospolster nicht erkennbar, im Raupenkot fanden sich jedoch viele Fragmente von Moosblättchen.

Nach Friedrich (1975) und Koch (1964) lassen sich die Raupen von Lithosiiden auch mit Salat und den Blättern verschiedener Laubbaumarten aufziehen. Im Versuch wurden angebotene Salatblätter *(Lactuca sativa)* jedoch völlig verschmäht.

F r a ß b i l d e r

Die erzielten Fraßbilder waren entsprechend den verschiedenen Wuchsformen der als Futter gebotenen Flechten unterschiedlich. Dünnkrustige Arten wie *Candelariella aurella* oder *Lecanora polytropa* wurden innerhalb von 1—2 Tagen völlig bis zur Gesteinsunterlage abgenagt. Flechten mit dickerem Thallus wiesen bald mehr oder weniger große und unregelmäßige, oft bis tief in die Markschicht reichende Löcher auf. Schuppige und blättrige Lager wie die von *Cladonia symphycarpa* wurden vor allem von den Lobenrändern her angefressen, wobei die Mandibeln meist deutliche Furchen hinterließen. Eine Bevorzugung bestimmter Teile der Flechte, z. B. der Apothecien oder der Hymenien, war nicht zu beobachten. Die Raupen greifen offenbar wahllos sämtliche ihnen zugänglichen Teile einer ihnen zusagenden Flechte an. Selbst die halb ins Gestein eingesenkten Perithecien von *Verrucaria muralis* bleiben dabei nicht verschont. Noch am besten geschützt sind Apothecien, die wie bei *Toninia toniniana* eingekeilt bzw. eingesenkt zwischen den hochgewölbten Lagerareolen wachsen.

Trotz des recht uneinheitlichen Schadbildes dürfte es auch im Gelände nicht allzu schwierig sein, Raupen- und Schneckenfraß zu unterscheiden. Nach S c h a d e (1933) zeichnet sich das durch Schnecken hervorgerufene Schadbild u. a. durch folgende Merkmale aus: Gleichmäßige Einebnung des Flechtenlagers, Radulafurchen (vgl. S c h a d e 1956: Abb. 1), Blaufärbung des freigelegten Marks, Reste eingetrockneten Schneckenschleims und Schneckenkot.

Nach den hier erzielten Befunden können als sichere Hinweise für die Aktivität von Raupen nur die meist leicht erkennbaren Mandibelfurchen an den Fraßstellen, abgebrochene Borstenhaare sowie auch Gespinstfäden gelten. Eine Blaufärbung durch Raupenfraß freigelegter Markschichten war nicht festzustellen. Wie dargelegt, ist das von den *Setina aurita*-Raupen verursachte Schadbild sehr uneinheitlich. In manchen Fällen mag es eventuell auch an das anderer „Flechtenschädlinge“, z. B. von Milben oder Psocopteren, erinnern.

U n t e r s u c h u n g e n d e r R a u p e n e x k r e m e n t e

Z o p f (1896) und S c h m i d (1929) untersuchten bereits mikroskopisch den Kot flechtenfressender Schnecken. Wie Z o p f's Beobachtungen ergaben, passieren die Flechtenstoffe den Darmtrakt der Schnecken unverändert. In den Exkrementen der *Setina aurita*-Raupen konnte mikroskopisch das Parietin durch seine typische Farbreaktion mit KOH nachgewiesen werden. Dünnschichtchromatographisch ließen sich folgende Flechtenstoffe feststellen: Parietin, Atranorin, Stictin-, Norstictin- und Usninsäure.

Die den Hauptbestandteil der Flechten bildenden Pilzhyphen waren in allen mikroskopisch untersuchten Kotproben zu erkennen, lagen aber meist nur als kurze Fragmente vor. Nur gelegentlich fanden sich auch zusammenhängende Teile von Mark oder Hymenium. Die immer zahlreich vorhandenen Algenzellen waren größtenteils unversehrt. S c h m i d (1929) macht ähnliche Beobachtungen an Schneckenexkrementen. Er wirft dabei die Frage auf, ob nicht alleine der Pilzpartner der Flechten den Tieren als Nahrung dient.

Neben gelegentlich gefundenen braunen Hyphen eines nicht identifizierten Pilzes lassen sich als weitere im Raupenkot beobachtete Strukturen nur die bereits erwähnten Teile von Moosblättchen und die nach Verzehr von *Rhizocarpon umbilicatum* ausgeschiedenen Calciumoxalatkristalle anführen.

III. Auflistung der an Flechten fressenden Schmetterlingsraupen Mitteleuropas

Bei einer Durchsicht der lepidopterologischen Bestimmungsliteratur überraschte die hohe Zahl von Schmetterlingsarten, deren Raupen zumindest fakultativ an Flechten leben. Sie liegt für Mitteleuropa sicherlich noch höher als aus

folgender Zusammenstellung hervorgeht. Keine Berücksichtigung finden in der Auflistung jene Arten, von welchen die ersten Stände nicht beschrieben sind, deren nächstverwandte Sippen nach Literaturangaben aber an Flechten leben. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ernährt sich auch ein Teil jener Arten fakultativ von Flechten, die sonst an „niedrigen Pflanzen“, Moos oder welkem Laub, leben sollen.

Als Quellen für die Zusammenstellung dienten: Bergmann (1953), Blaschke (1914), De Freina & Witt (in Vorbereitung), Forster & Wohlfarth (1960, 1971, 1981), Kloet & Hincks (1964), Koch (1964, 1972, 1976), Rebel (1910), Seitz (1913, 1914, 1915), Spuler (1908, 1910), Wilde (1860).

Nomenklatur und Reihenfolge der Noctuiden und Geometriden nach Forster & Wohlfarth (1971, 1981), der Spinner incl. Psychidae nach De Freina & Witt (in Vorbereitung), der übrigen Mikrolepidopterenfamilien nach Leraut (1980).

Familie Noctuidae

Cryphia receptricula Hbn.
Cryphia fraudatricula Hbn.
Euthales algae F.
Bryoleuca ravula Hbn.
Bryoleuca ereptricula Tr.
Bryoleuca raptricula Den. & Schiff.
Bryoleuca petricolor Led.
Bryoleuca domestica Hufn.
Bryophila muralis Forst.
Porphyrinia rosea Hbn.
Parascotia fuliginaria L.
Laspeyria flexula Den. & Schiff.

Familie Nolidae

Meganola strigula Den. & Schiff.
Nola cicatricalis Tr.

Familie Arctiidae

Nudaria mundana L.
Thumata senex Hbn.
Miltochrista miniata Forst.
Cybosia mesomella L.
Pelosia muscerda Hufn.
Atolmis rubricollis L.
Lithosia quadra L.
Eilema deplana Esp.
Eilema griseola Hbn.
Eilema lurideola Zinck.
Eilema complana L.
Eilema pseudocomplana Dan.
Eilema caniola Hbn.
Eilema palliatella Scop. (= *E. unita* Hbn.)
Eilema pygmaeola Dbld.
Eilema lutarella L.
Eilema sororcula Hufn.
Setema cereola Hufn.
Setina irrorella L.
Setina roscida Esp.
Setina alpestris Z.
Setina aurita Esp.

Familie Syntomidae

Dysauxes ancilla L.
Dysauxes famula Frr.
Dysauxes punctata F.

Familie Geometridae

Sterrha seriata Schrk.
Scopula submutata Tr.
Glossotrophia confinaria H. S.
Alcis jubata Thnb.
Cleorodes lichenaria Hufn.
Fagivorina arenaria Hufn.
Tephronia sepiaria Hufn.
Tephrona cremaria Frr.
Gnophos pullata Den. & Schiff.
Gnophos mucidaria Hbn.
Orphne tenebraria Esp.
Psodos alticolaria Mann

Familie Pyralidae

Eudonia lineola Curt.
Eudonia resinella L.

Familie Gelechiidae

Symmoca signatella H. S.
Acanthophila alacella Zell.

Familie Oecophoridae

Batia lunaris Hw.
Bisigna procerella Den. & Schiff.

Familie Scythrididae

Euolmis acanthella God.

Familie Psychidae

Diplodoma herminata Geoffr.
Narycia monilifera Geoffr.
Narycia astrella H. S.
Taleporia tubulosa Retz.
Taleporia politella O.
Dahlica manni Zell.
Dahlica triquetrella Hbn.
Dahlica lichenella L.
Dahlica simplonica Hättenschwiler
Dahlica ticinensis Hättenschwiler
Dahlica sauteri Hättenschwiler
Dahlica klimeschi Sied.
Dahlica meierella Sied.
Brevantennia triglavensis Rbl.
Bankesia douglasi Staint. (= *B. staintoni* Wlsghm.)
Pseudobankesia alpestrella Hein.
Eumasia parietariella H. S.
Bacotia sepium Spr.
Luffia lapidella Goeze
Luffia ferchaultella Stph.
Proutia betulina Z.
Bruandia comitella Brd.
Psyche casta Pall.

Familie Tineidae

Lichenotinea pustulatella Z.
Infurcitinea argentimaculella Staint.
Obesoceras hademanni Rbl.
Lichenivora nigripunctella Hw.
Meessia vinculella H. S.
Meessia leopoldella Costa

Danksagung

Für die Unterstützung meiner Arbeit und die Durchsicht des Manuskripts möchte ich ganz besonders Herrn Prof. Dr. H. Hertel, Botanische Staatssammlung München (München), danken. Mein Dank gilt auch Herrn K. Burmann (Innsbruck) für sein Entgegenkommen, mit mir einen Habitat von *Setina aurita*-Raupen aufzusuchen, sowie Herrn Th. Witt und Herrn J. De Freina (beide München), die mir behilflich waren, die Artenliste auf den neuesten nomenklatorischen Stand zu bringen.

Literatur

Bergmann, A. (1953): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands, Band 3: Spinner und Schwärmer. — Urania Verlag, Jena.

Blaschke, P. (1914): Die Raupen Europas mit ihren Futterpflanzen. — Grasser's Verlag, München.

Brightman, F. H. (1965): Insect on lichens. — Lichenologist 3: 154.

Culberson, Ch. F. & K. Amann (1979): Standardmethode zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. — Herzogia **5**: 1—24.

Freina, J. de & Th. Witt (in Vorbereitung): Die Bombyces und Sphinges der Westpaläarktis (Insecta, Lepidoptera), Band 1. — Verlag Gebr. Geiselberger, Altötting.

Friedrich, E. (1975): Handbuch der Schmetterlingszucht. — Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Forster, W. & Th. Wohlfarth (1960): Die Schmetterlinge Mitteleuropas, Band 3: Spinner und Schwärmer (Bombyces und Sphinges). — Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

— — (1971): Band 4: Eulen (Noctuidae). — Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

— — (1981): Band 5: Spanner (Geometridae). — Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Gerson, U. (1973): Lichen — arthropod associations. — Lichenologist **5**: 434—443.

Gerson, U. & M. R. D. Seaward (1977): Lichen — invertebrate associations. In Seaward, M. R. D. (ed.), Lichen Ecology S. 69—119. — Academic Press, London.

Gilbert, O. L. (1976): A lichen — arthropod community. — Lichenologist **8**: 96.

Gilbert, O. L., A. Henderson & P. W. James (1981): Citrine — green taxa in the Genus Candelariella. — Lichenologist **13**: 249—251.

Klement, O. (1959): Die Flechtenvegetation des Siebengebirges und des Roderberges. — Decheniana Beih. **7**: 5—56.

Kloet, G. S. & W. D. Hincks (1964): A check list of British insects, part 2: Lepidoptera. — Royal Entomological Society London.

Kobert, R. (1892): Über Giftstoffe der Flechten. Sitzungsbericht der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft.

Koch, M. (1964): Wir bestimmen Schmetterlinge, Band 2: Schwärmer, Bären und Spinner. — Neumann Verlag, Radebeul und Berlin.

— — (1972): Band 3: Eulen. — Neumann Verlag, Radebeul und Berlin.

— — (1976): Band 4: Spanner. — Neumann Verlag, Radebeul und Berlin.

Laundon, J. R. (1971): Lichen communities destroyed by psocids. Lichenologist 5: 177.

Lawrey, J. D. (1980): Correlations Between Lichen Secundary Chemistry and Grazing Activity by Pallifera varia. — The Bryologist **83** (3): 328—334.

Leraut, P. (1980): Liste Systématique et Synonymique des Lépidoptères de France, Belgique et Corse. — Suppl. à Alexanor et au Bull. Soc. ent. France.

Rebel, H. (1910): Fr. Berge's Schmetterlingsbuch, 9. Auflage. — E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Schade, A. (1933): Flechtensystematik und Tierfraß. — Ber. dt. bot. Ges. **51**: 168—192.

— — (1956): Schneckenfraß an Flechten. — Decheniana **108**: 243—246.

— — (1962): Fragmente aus Beobachtungen über Alterserscheinungen bei Arten der Flechtengattung Rhizocarpon Ram. emend. Th. Fr. und einigen anderen Flechten. — Nova Hedwigia **5**: 304—334.

Schmid, G. (1929): Endolithische Kalkflechten und Schneckenfraß. — Biol. Zbl. **49**: 28—35.

S e i t z , A. (1913): Die Gross-Schetterlinge des Palaearktischen Faunengebietes, Band 2: Die palaearktischen Spinner und Schwärmer. — Alfred Kernen Verlag, Stuttgart.
— — (1914): Band 3: Die palaearktischen Eulen. — Alfred Kernen Verlag, Stuttgart.
— — (1915): Band 4: Die spannerartigen Nachtfalter. — Alfred Kernen Verlag, Stuttgart.
S i g a l , L. L. (1984): Of Lichens and Lepidopterons. — The Bryologist **87** (1): 66—68.
S m i t h , A. L. (1921): Lichens. — Cambridge University Press, Cambridge.
S o w t e r , F. A. (1971): Mites (Acari) and Lichens. — Lichenologist 5: 176.
S p u l e r , A. (1908): Die Schmetterlinge Mitteleuropas. — E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
— — (1910): Die Raupen Europas mit ihren Futterpflanzen. — Graser's Verlag, München.
S t a h l , E. (1904): Die Schutzmittel der Flechten gegen Tierfraß. In „Festschrift zum siebzigsten Geburtstage von Ernst Haeckel" S. 357—375. — G. Fischer Verlag, Jena.
W i l d e , O. (1860): Die Pflanzen und Raupen Deutschlands. — E. S. Mittler, Berlin.
Z o p f , W. (1896): Zur biologischen Bedeutung der Flechtensäuren. — Biol. Centralbl. **16**: 593—610.
Z u k a l , H. (1895): Morphologische und biologische Untersuchungen über die Flechten. — Sber. K. Böhm. Ges. Wiss. Math. Naturw. Kl. **104**: 1303—1395.

Anschrift des Verfassers:
Gerhard R a m b o l d , Botanische Staatssammlung,
Menzinger Straße 67, D-8000 München 19

Die Laufkäfer des Karpathos-Archipels in der Südostägäis

(Coleoptera, Carabidae)

Von **M. Baehr**

A b s t r a c t

Recent collections of Carabid beetles in the Karpathos archipelagus, carried out by H. S c h m a l f u ß (Stuttgart), have increased the number of species known from this island group to a very great extent. In comparsion to the 16 known species now records of 49 species are at hand, 44 of which are now recorded from Karpathos proper, 12 from the island of Kasos, 6 from Armanthia, 4 from Saria, and 1 from Stakidha. Due to the presence of permanent flowing streams and of standing and brackish lagoons only on Karpathos, proper the fauna of that island contains several riparian species, both of mountain streams, and of brackish or saline habitats. Such species are completely missing from the other islands. The Carabid fauna of the Karpathos archipelagus is rather closely related to the fauna of Rhodos, but much less to that of Crete. Some endemic species of the Karpathos archipelagus indicate, however, that the island group is quite isolated in zoogeographical respects.

Die Laufkäferfauna Griechenlands ist trotz zahlreicher Besuche von Sammlern in den letzten Jahren nicht gut bekannt. Dies trifft insbesondere auf die griechische Inselwelt zu. Nur von wenigen Inseln liegen überhaupt Funde vor, ganz vereinzelt sind genauere und systematische Aufsammlungen gemacht und auch publiziert worden. Abgesehen von den großen Inseln wie Kreta und Rhodos wurden vor allem festlandsnahe wie z. B. Naxos, Syra und andere besucht. Daß sich systematische Aufsammlungen auf den Inseln durchaus lohnen, ja daß sie überraschend reichhaltige Ergebnisse zeitigen können, zeigt beispielhaft die jüngst erfolgte Aufnahme der Fauna des Santorin-Archipels (G r i m m 1981, B a e h r 1983).

Die Inselgruppe um die Hauptinsel Karpathos herum ist tiergeographisch von